

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テーマコード <sup>*</sup> (参考)
F16C 33/32		F16C 33/32	3J101
C23C 14/06		C23C 14/06	N 3J104
F16C 29/06		F16C 29/06	4K029
33/34		33/34	
33/44		33/44	

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 8 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2001-35114 ( P 2001 - 35114 )	(71) 出願人	000001247 光洋精工株式会社 大阪府大阪市中央区南船場 3 丁目 5 番 8 号
(22) 出願日	平成13年 2 月 13 日 (2001. 2. 13)	(72) 発明者	気田 健久 大阪市中央区南船場 3 丁目 5 番 8 号 光洋 精工株式会社内
		(72) 発明者	林田 一徳 大阪市中央区南船場 3 丁目 5 番 8 号 光洋 精工株式会社内
		(74) 代理人	100086737 弁理士 岡田 和秀

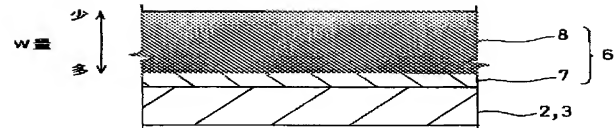
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 転がり摺動部品

(57) 【要約】

【課題】 D L C 層を被覆する転がり摺動部品を前提とし、D L C 層の密着性を高めて、長寿命化を図ること。

【解決手段】 金属からなる転がり摺動部品について、金属母材 2, 3 の表面に対してクロム ( C r ) 層 7 を介して、タングステン ( W ) を含有したダイヤモンドライクカーボン ( W - D L C ) 層 8 を積層している。この場合、金属母材 2, 3 と W - D L C 層 8 との間に、C r 層 7 が介在しているから、金属母材 2, 3 に対する W - D L C 層 8 の密着性が高められることになり、長期にわたる動作の安定化が可能となる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】相手部材との間で相対的に転がり接触またはすべり接触が生ずる転がり摺動部品であって、金属母材の表面に、クロム（Cr）層を介してタングステン（W）を含有したダイヤモンドライクカーボン層が積層されている、ことを特徴とする転がり摺動部品。

【請求項 2】請求項 1 の転がり摺動部品において、前記ダイヤモンドライクカーボン層におけるタングステン（W）の含有量が、クロム（Cr）層側へ向けて豊富となる形態に設定されている、ことを特徴とする転がり摺動部品。

【請求項 3】相手部材との間で相対的に転がり接触またはすべり接触が生ずる転がり摺動部品であって、金属母材の表面に、クロム（Cr）層とタングステン・カーバイト（WC）層とダイヤモンドライクカーボン層とがこの記載順に積層されている、ことを特徴とする転がり摺動部品。

【請求項 4】請求項 3 の転がり摺動部品において、前記ダイヤモンドライクカーボン層の表面に、さらにタングステン・カーバイト（WC）層とダイヤモンドライクカーボン層とがこの記載順に交互に所要数積層されている、ことを特徴とする転がり摺動部品。

【請求項 5】請求項 4 の転がり摺動部品において、前記各タングステン・カーバイト（WC）層の膜厚が、金属母材側から最表面側へ向けて漸次薄く設定されている、ことを特徴とする転がり摺動部品。

【請求項 6】請求項 4 または 5 の転がり摺動部品において、前記各ダイヤモンドライクカーボン層の膜厚が、金属母材側から最表面側へ向けて漸次厚く設定されている、ことを特徴とする転がり摺動部品。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、転がり摺動部品に関する。ここでの転がり摺動部品としては、例えば転がり軸受、送りねじ装置、直動型軸受などに備える転動体、軌道面あるいは保持器が挙げられる。

## 【0002】

【従来の技術】上述した転がり軸受、送りねじ装置、直動型軸受を、真空、高温、清浄雰囲気など潤滑条件の厳しい環境で使用する場合、潤滑性を確保するために、転がり部位または摺動部位に対して、例えば銀（Ag）、二硫化モリブデン（MoS<sub>2</sub>）やポリテトラフルオロエチレン（PTFE）などの固体潤滑剤をコーティングするようにしている。

【0003】この他、上述したような環境でなく、通常的环境下で貧潤滑状態になる環境では、滑性を良くして耐摩耗性や耐焼き付き性を高めるために、転がり部位または摺動部位に対して、例えばクロムニッケル合金（Cr-Ni）やチタンニッケル合金（Ti-Ni）などの硬質膜をコーティングするようにしている。

ーティングするようにしている。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】上述した固体潤滑剤では、潤滑性に優れているものの、摩耗や剥離が早期段階で発生しやすく、また、硬質膜では、滑性に優れているものの、潤滑成分が不足しやすいなど、いずれも寿命が短くなる。

【0005】これに対して、近年では、上述した固体潤滑剤や硬質膜に代えて、ダイヤモンドライクカーボン（Diamond Like Carbon: DLC）をコーティングすることが研究されている。以下、ダイヤモンドライクカーボンを、DLC と略称する。

【0006】このDLCは、潤滑性と滑性において優れているものの、金属母材に対する密着性において課題が残る。

【0007】このような事情に鑑み、本発明は、DLCを積層した金属からなる転がり摺動部品を前提とし、DLCの密着性を高めて、長寿命化を図ることを目的としている。

## 【0008】

【課題を解決するための手段】本発明第 1 の転がり摺動部品は、相手部材との間で相対的に転がり接触またはすべり接触が生ずるもので、金属母材の表面に、クロム（Cr）層を介してタングステン（W）を含有したダイヤモンドライクカーボン層が積層されている、ことを特徴としている。なお、タングステン（W）を含有したダイヤモンドライクカーボン層のことを、W-DLC層と略称する。

【0009】本発明第 2 の転がり摺動部品は、上記第 1 の構成において、前記ダイヤモンドライクカーボン層におけるタングステン（W）の含有量が、クロム（Cr）層側へ向けて豊富となる形態に設定されている、ことを特徴としている。

【0010】本発明第 3 の転がり摺動部品は、相手部材との間で相対的に転がり接触またはすべり接触が生ずるもので、金属母材の表面に、クロム（Cr）層とタングステン・カーバイト（WC）層とダイヤモンドライクカーボン層とがこの記載順に積層されている、ことを特徴としている。

【0011】本発明第 4 の転がり摺動部品は、上記第 3 の構成において、前記ダイヤモンドライクカーボン層の表面に、さらにタングステン・カーバイト（WC）層とダイヤモンドライクカーボン層とがこの記載順に交互に所要数積層されている、ことを特徴としている。

【0012】本発明第 5 の転がり摺動部品は、上記第 4 の構成において、前記各タングステン・カーバイト（WC）層の膜厚が、金属母材側から最表面側へ向けて漸次薄く設定されている、ことを特徴としている。

【0013】本発明第 6 の転がり摺動部品は、上記第 4 または第 5 の構成において、前記各ダイヤモンドライク

カーボン層の膜厚が、金属母材側から最表面側へ向けて漸次厚く設定されている、ことを特徴としている。

【0014】以上、第1の構成では、金属母材に対してクロム層を積層し、それに対してタングステン (W) を含有してなるW-DLC層を積層する形態にしているから、W-DLC層の密着性が向上して、剥離しにくくなる。したがって、耐摩耗性、潤滑性、滑性に優れたW-DLC層の耐久性が向上することになる。しかも、タングステン (W) が金属元素であるから、W-DLC層の最表面と金属母材との間で導電性を持つことになり、通電される条件で使用される場合に適したものとなる。

【0015】また、上記第2の構成のように、W-DLC層におけるタングステン (W) や炭素 (C) の含有分布を規定すれば、DLC層の密着性と硬度や耐荷重性または導電性などとの相関関係を適宜に調整できるようになり、使用目的に応じて汎用性が広がる。

【0016】また、上記第3の構成のように、クロム層とDLC層との間に両者に対して結合性に優れたタングステン・カーバイト (WC) 層を介在させる構造とすれば、上記第1の構成と同様にDLC層の密着性が高められる。

【0017】また、上記第4の構成のように、タングステン・カーバイト (WC) 層とDLC層とを交互に積層する階層構造とすれば、さらに密着性が高められる。これは、薄層を交互に重ねることで、タングステン・カーバイト (WC) がDLC層に含有したものと同様の構造になるからだと考えられる。

【0018】また、上記第5や第6の構成のように、上記第4の構成を前提として各タングステン・カーバイト (WC) 層と各DLC層の膜厚を規定すれば、DLC層の密着性と硬度や耐荷重性または導電性などとの相関関係を適宜に調整できるようになり、使用目的に応じて汎用性が広がる。

【0019】

【発明の実施の形態】本発明の詳細を図面に示す実施形態に基づいて説明する。以下では、転がり摺動部品として、転がり軸受、送りねじとしてのボールねじと、直動型軸受としての直動型玉軸受を例に挙げる。

【実施形態1】図1および図2は本発明の実施形態1を示している。図1は、転がり軸受の上半分を示す断面図、図2は、図1の特殊皮膜を拡大した断面図である。図中、1は転がり軸受の全体を示しており、深溝型玉軸受と呼ばれる形式を例示している。この転がり軸受1は、内輪2と、外輪3と、球状の転動体4と、波形の保持器5とを備えている。

【0020】上述した内・外輪2、3、転動体4ならびに保持器5は、各種の金属材で形成される。この金属材としては、例えばJIS規格SUS440Cなどのマルテンサイト系ステンレス鋼、例えばJIS規格SUS630などの析出硬化型ステンレス鋼に適当な硬化熱処理

を施したものの他、JIS規格SUS304などのオーステナイト系ステンレス鋼などが挙げられる。

【0021】ここでは、内輪2の外周面および外輪3の内周面に対して、特殊皮膜6をコーティングする形態を例に挙げる。

【0022】前述した特殊皮膜6は、図2に示すように、内・外輪2、3などの金属母材の表面から上に向けて、クロム (Cr) 層7と、タングステン (W) を含有したダイヤモンドライクカーボン (Diamond Like Carbon: DLC) 層8とを含むものとして行うことができる。

【0023】この実施形態では、上述したタングステン (W) を含有したダイヤモンドライクカーボン層8のことを、W-DLC層と略称する。

【0024】この場合、W-DLC層8は、クロム (Cr) 層側へ向けてタングステン (W) 量を豊富とする組成に設定されている。これによって結果的に、表面側へ向けてカーボン (C) 量が豊富となる。

【0025】この特殊皮膜6は、例えば物理蒸着 (PVD) 法、化学蒸着 (CVD) 法、プラズマCVD法、イオンビーム形成法、イオン化蒸着法などにより形成することができる。その際は、クロム (Cr) 層7と、W-DLC層8とを、この記載順に順次形成する。

【0026】ここで、PVD法の一例であるスパッタリング法による特殊皮膜6の生成手法について説明する。

【0027】まず、クロム層7を生成するにあたっては、ターゲットとしてCrを、また、導入ガスとしてArガスを用いる。そして、チャンバ内圧力を $10^{-3} \sim 10^{-1}$  [Torr] 程度とし、放電電圧 $100 \sim 500$  [V]、電流 $0.5 \sim 5$  [A] にして放電処理を行う。

これにより、金属母材の表面にクロム層7が $0.4 \sim 0.6 \mu\text{m}$ の厚みで形成される。

【0028】次に、W-DLC層8を生成するにあたっては、ターゲットとしてWCまたはWを、また、導入ガスとしてArガス、炭化水素ガスを用いる。そして、チャンバ内圧力を $10^{-3} \sim 10^{-1}$  [Torr] 程度とし、放電処理を行う。なお、成膜中、炭化水素ガスの量の増加あるいはシャッターによるターゲットへの遮蔽などによってC量を豊富にさせる。

【0029】ところで、上記特殊皮膜6の総膜厚は、例えば $1.5 \sim 3.0 \mu\text{m}$ 程度に管理され、また、硬さは、ビッカース硬さ (HV) で $1000 \sim 2000$ とされ、さらに、最表面の粗さは、Ra (中心線平均粗さ) で $0.1 \mu\text{m}$ 以下に管理される。但し、特殊皮膜6を対象部品に部分的に形成する場合には、適宜マスキングを施せばよい。

【0030】以上説明した転がり軸受1では、その構成要素 (2~5) の所要部位に対してクロム (Cr) 層7と、W-DLC層8とからなる特殊皮膜6を被覆している、各層相互の原子間の結合が強固となるから、耐摩耗性、潤滑性、滑性に優れたW-DLC層8を金属母材に

対して強固に密着して被覆させることができる。そのため、転動部位あるいは摺動部位に潤滑成分が存在していなくても、転動体 4 の滑性が良好に保たれて転がりが長期にわたって安定するとともに、W-DLC 層 8 が剥離しにくくなって耐久性が向上するなど、信頼性向上に大きく貢献できるようになる。

【0031】しかも、上記特殊皮膜 6 では、W-DLC 層 8 に含有する金属元素であるタングステンの存在によって、W-DLC 層 8 の最表面と金属母材（内・外輪 2, 3）との間で通電性を持つことになり、通電される条件で使用される場合に適したものとなる。

【0032】ちなみに、次のような試験により、上記密着性を確かめたので、説明する。

【0033】ここでは、呼び番号 608 の転がり軸受を用い、その内・外輪 2, 3 の軌道面に対して、DLC 層のみを 3  $\mu\text{m}$  コーティングした従来例と、内・外輪 2, 3 の軌道面に対して、図 2 に示す特殊皮膜 6 を形成した実施形態とを例示している。なお、実施形態では、クロム (Cr) 層 7 を 0.5  $\mu\text{m}$  に、W-DLC 層 8 を 2.5  $\mu\text{m}$  にそれぞれ設定している。

【0034】また、試験条件としては、無潤滑で、面圧 1.6 GPa となるラジアル荷重を付与し、回転速度を 200 r/min に設定し、回転トルクを計測した。そして、試験は、従来例と本実施形態とについて、2 つずつ行っており、従来例の 2 つについては図 4 の○、□で、本実施形態の 2 つについては図 4 の●、■でそれぞれ表している。

【0035】結果を、図 4 に示している。この図 3 に示すグラフにおいて、縦軸には、初期トルクを「1」とした場合の回転トルク比を示し、横軸には、運転時間

〔h〕を示している。つまり、実施形態の場合には 300 時間で打ち切ったが、回転トルクがほぼ一定で変化しなかったことから、剥離などが発生しなかったと判断できる。一方、従来例の場合では、100 時間以内で回転トルクが急激に上昇したことから、DLC 層が早期段階で剥離したと判断できる。このように、本実施形態での特殊皮膜 6 は、金属母材に対する密着性が向上することが確かめられた。

【0036】さらに、上記通電性を確かめるために、図 2 に示す特殊皮膜 6 の抵抗値を計測したので、説明する。比較として、DLC 層のみを形成した従来例についても調べた。計測方法としては、DLC 層および W-DLC 層 8 の表面の適宜 2ヶ所に、テスターの一対のプローブ端子を接触させて、抵抗値を測定する形態にした。結果としては、従来例の場合には、10<sup>6</sup> [Ω] となり、実施形態の場合には、10 [Ω] 以下となった。このように、実施形態での W-DLC 層 8 は、導電性を持つと判断できる。

【0037】ところで、上述した特殊皮膜 6 については、図 4 に示すような構造とすることができる。図示例

の特殊皮膜 6 A は、内・外輪 2, 3 などの金属母材の表面から上に向けて、クロム (Cr) 層 7 と、タングステン・カーバイド (WC) 層 9 と、ダイヤモンドライクカーボン (Diamond Like Carbon: DLC) 層 8 A とからなる。なお、図 4 には、DLC 層 8 A の上に、さらに、タングステン・カーバイド (WC) 層 9 と DLC 層 8 A とを交互に所要数積層することにより、階層構造としている。しかも、この実施形態では、図 4 に誇張して示すように、各タングステン・カーバイド (WC) 層 9 の膜厚が、金属母材側から最表面側へ向けて漸次薄く設定されていて、各 DLC 層 8 A の膜厚が、金属母材側から最表面側へ向けて漸次厚く設定されている。

【0038】この特殊皮膜 6 A についても、例えば物理蒸着 (PVD) 法、化学蒸着 (CVD) 法、プラズマ CVD 法、イオンビーム形成法、イオン化蒸着法などにより形成することができる。その際は、クロム (Cr) 層 7 と、タングステン・カーバイド (WC) 層 9 と、DLC 層 8 A とを、この記載順に順次形成する。

【0039】ここで、PVD 法の一例であるスパッタリング法による特殊皮膜 6 の生成手法について説明する。但し、クロム層 7 の生成工程については上述しているので、説明を割愛する。

【0040】すなわち、タングステン・カーバイド (WC) 層 9 を生成するにあたっては、ターゲットとして WC または W を、また、導入ガスとして Ar ガスを用いる。そして、チャンバ内圧力を 10<sup>-3</sup> ~ 10 [Torr] 程度とし、放電電圧 200 ~ 700 [V]、電流 2 ~ 10 [A] にして放電処理を行う。これにより、クロム層 7 上にタングステン・カーバイド (WC) 層 9 が積層される。

【0041】次に、DLC 層 8 A を生成するにあたっては、導入ガスとして Ar ガス、炭化水素ガスなどを用い、放電電圧 200 ~ 700 [V]、電流 2 ~ 10

[A] にして放電処理を行う。これにより、タングステン・カーバイド (WC) 層 9 上に非晶質炭素からなる DLC 層 8 A が積層されることになる。

【0042】この後、DLC 層 8 A 上に、図 2 に示すように、タングステン・カーバイド (WC) 層 9 と DLC 層 8 A とを交互に所要数積層することにより、階層構造とする。このとき、各タングステン・カーバイド (WC) 層 9 の膜厚が、金属母材側から最表面側へ向けて漸次薄く設定されるとともに、各 DLC 層 8 A の膜厚が、金属母材側から最表面側へ向けて漸次厚く設定される。

【0043】これら各層 7, 9, 8 A は、境界面ができるものではなく、原子レベルで相互に拡散して結合したものになっている。

【0044】以上説明した特殊皮膜 6 A でも、上述した図 2 に示す特殊皮膜 6 と同様に金属母材に対する密着性が向上し、最上層である DLC 層 8 A が持つ耐摩耗性、潤滑性、滑性が長期にわたって遺憾なく発揮されること

10

20

30

40

50

になる。したがって、転がり軸受 1 としては、転動体 4 の転動部位あるいは摺動部位に潤滑成分が存在していなくても、転動体 4 の滑性が良好に保たれて転がりが長期にわたって安定するとともに、DLC 層 8A が剥離しにくくなって耐久性が向上するなど、信頼性向上に大きく貢献できるようになる。

【0045】なお、言うまでも無いが、DLC 層 8A はグラファイト構造 (SP<sup>2</sup>) とダイヤモンド構造 (結合: SP<sup>3</sup>) が共存しており、それを構成する炭素原子相互の結合力が強いので、それ自身の摩耗や損傷が発生しにくくるとともに、硬質であって表面平滑性に優れているから、転動体 4 の転動動作がきわめて円滑になり、摩耗が生じにくくなる。

【0046】このような転がり軸受 1 であれば、真空、高温、清浄雰囲気となる半導体製造機器、あるいは貧潤滑となる環境で使用される機器に好適に用いることができる。

【0047】そして、必要に応じて、上述した転がり軸受 1 の内部には、パーフルオロポリエーテル (PFPE) などの含フッ素重合体からなる潤滑油やグリースなどを塗布または封入する形態で使用してもよい。この場合には、特殊皮膜 6A が、軸受内部に塗布されるフッ素系潤滑剤の濡れ性がきわめて良好であるので、仮に転動体 4 の滑りが発生しても、内・外輪 2、3 と転動体 4 の表面の潤滑油膜が途切れにくくなる。万一、潤滑油膜が途切れたとしても、特殊皮膜 6A によって内・外輪 2、3 と転動体 4 との直接接触を防止することができる。

【0048】なお、上記実施形態 1 で示した転がり軸受 1 については、以下のような変形や応用が考えられる。

【0049】(1) 上記実施形態 1 では、特殊皮膜 6、6A を内輪 2 の外周面と外輪 3 の内周面とに形成しているが、軌道面のみあるいは全外表面に形成することができる。

【0050】(2) 上記実施形態 1 では、特殊皮膜 6、6A を内・外輪 2、3 のみに形成しているが、特殊皮膜 6、6A の形成対象としては、内・外輪 2、3、転動体 4、保持器 5 のすべて、あるいはいずれか一つ、あるいは任意の複数にすることができる。但し、保持器 5 に特殊皮膜 6、6A を形成する場合には、全表面あるいはボケット内面のみに形成してもよい。特殊皮膜 6、6A を軸受構成要素 1~4 のすべてに形成した場合には、腐食環境での使用に十分耐え得るものにでき、そのため例えば母材を耐食性素材とせず一般的な金属材などとして、コスト低減を図ることが可能になる。

【0051】(3) 上記実施形態 1 では、軸受形式として深溝型玉軸受を引用しているが、その他の種類の転がり軸受に本発明を適用できる。

【0052】(4) 上記実施形態 1 の転がり軸受 1 において、転動体 4 については、セラミックス材により形成することができる。このセラミックス材としては、焼結

助剤として、イットリア (Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) およびアルミナ (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)、その他、適宜、窒化アルミ (AlN)、酸化チタン (TiO<sub>2</sub>)、スピネル (MgAl<sub>2</sub>O<sub>4</sub>) を用いた窒化けい素 (Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>) を主体とするものの他、アルミナ (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) や炭化けい素 (SiC)、ジルコニア (ZrO<sub>2</sub>)、窒化アルミ (AlN) などを用いることができる。

【0053】(5) 上記実施形態 1 での保持器 5 については、合成樹脂材料により形成することができる。その場合、保持器 5 の形状については冠形やもみ抜き形とするのが好ましい。この合成樹脂材料としては、耐熱性を有する熱可塑性樹脂、例えば 5~10wt% の PTFE (ポリテトラフルオロエチレン) および 10~20wt% のグラファイトが充填された TPI (熱可塑性ポリイミド) 樹脂の他、ポリテトラフルオロエチレン (以下、PTFE と略称する)、エチレンテトラフルオロエチレン (ETFE) などのフッ素系樹脂やポリエーテルエーテルケトン (PEEK)、ポリフェニレンサルファイド (PPS)、ポリエーテルサルフォン (PES)、ポリエーテルニトリル (PEN)、ポリアミドイミド (PAI)、ナイロン 46 などのエンジニアリングプラスチックなどが挙げられる。これらの樹脂には、適宜、ガラス繊維などの強化繊維が添加されてもよい。

【0054】(6) 上記実施形態 1 の転がり軸受 1 では、密封装置を持たない開放形のものを例示しているが、密封装置を装着したものとしてもよい。

〔実施形態 2〕図 5 は本発明の実施形態 2 に係るボールねじを示す断面図である。図中、10 は送りねじの全体を示しており、11 はねじ軸、12 はナット、13 はボール、14 はサーキュレータチューブである。

【0055】ねじ軸 11 は、その外周面に螺旋溝 15 が形成されている。ナット 12 は、ねじ軸 11 に所要隙間を介して外嵌されており、その内周面にねじ軸 11 の螺旋溝 15 に対応する螺旋溝 16 が形成されている。複数のボール 13 は、ねじ軸 11 の螺旋溝 15 と、ナット 12 の螺旋溝 16 との間に介装されている。サーキュレータチューブ 14 は、ねじ軸 11 またはナット 12 のいずれか一方の回転により両螺旋溝 15、16 間に介装されるボール 13 を転動循環させるためのもので、ナット 12 に取り付けられている。

【0056】ねじ軸 11 の螺旋溝 15 やナット 12 の螺旋溝 16 の断面形状は、詳細に図示しないが、ゴチックアーチ状 (二つの曲率中心の異なる円弧をほぼ V 字形に組み合わせた形状) あるいは円弧状に形成される。

【0057】このようなボールねじ 10 において、ねじ軸 11、ナット 12、ボール 13 ならびにサーキュレータチューブ 14 は、例えば JIS 規格 SUS440、SUS440C、SUS630、SUS304 などの金属で形成される。但し、ボール 13 は、例えば窒化けい素 (Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>)、アルミナ (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) や炭化けい素 (S

i C)、ジルコニア ( $ZrO_2$ ) などのセラミックスで形成してもよい。

【0058】この実施形態2では、ねじ軸11の螺旋溝15とナット12の螺旋溝16とに対して、上記実施形態1で説明した特殊皮膜6、6Aが被覆される。この場合の作用、効果については、上記実施形態1とほぼ同様である。

【0059】なお、上記実施形態2において、特殊皮膜6、6Aを、ボール13やサーキュレータチューブ14に対して形成してもよい。

【実施形態3】図6から図8に本発明の実施形態3に係る直動型軸受を示している。図6は、直動型玉軸受の上半分を断面にした側面図、図7は、図6の一部を断面にした端面図、図8は、図6中のレールの断面図である。

【0060】図中、20は直動型玉軸受の全体を示しており、21は円筒形の軸からなるレール、22は円筒部材からなる移動体、23は保持器、24は転動体としてのボール、25は環体である。

【0061】レール21は、その外周面の円周六箇所に軸方向に沿う直線状の溝26が全長に及んで設けられて

いる。

【0062】移動体22は、その内周面の軸方向中間領域の円周六箇所にレール21の溝26に径方向で対向するようにそれぞれ負荷循環ボール列および無負荷循環ボール列用の溝27、28が設けられている。

【0063】保持器23は、移動体22の内周面の一部に沿うように湾曲加工された円筒形状をなす。その両端部分は、環体25により支持されている。保持器23の軸方向中間領域には、平面的に見ると横長の輪状溝29が周方向に合計六つ設けられている。輪状溝29の軸方向に沿う片方の直線部29aは、底が貫通されて底無しとされ、残り片方の直線部29bは底有りとなされている。

【0064】前述のレール21側と移動体22側の対向する二つの直線状の溝26、27がそれぞれ対となって合計六本の負荷用ボール転送路30を構成している。このボール転送路30に、保持器23の輪状溝29において底無しの直線部29aが位置する。また、移動体22の溝28と保持器23の輪状溝29において底有りの直線部29bとが対となって合計六本の無負荷用ボール循環路31を構成している。これら、六本のボール転送路30それぞれとそれに近い側に隣り合う六本のボール循環路31それぞれとが保持器23の輪状溝29の周方向に沿う部分によって一本ずつ連通連結されていて、それでボール循環回路を構成している。このため、レール21と移動体22との相対的な軸方向スライド動作に伴って、このボール転送路30とボール循環路31との間でボール24群が転動循環されるようになっている。なお、レール21の溝26と移動体22の溝27の横断面は、例えばV字形に形成されていて、これら対向する一

対の溝26、27に対してボール24が2点ずつ計四点で接触するようになっている。

【0065】直動型玉軸受20において、レール21、移動体22、保持器23ならびにボール24は、例えばJIS規格SUS440、SUS440C、SUS630、SUS304などの金属で形成され、環体25は、例えばポリテトラフルオロエチレン (PTFE)、エチレンテトラフルオロエチレン (ETFE) などのフッ素系樹脂やポリエーテルエーテルケトン (PEEK)、ポリフェニレンサルファイド (PPS)、ポリエーテルサルフォン (PES)、ナイロン (PA) などのエンジニアリングプラスチックで形成される。但し、ボール24は、例えば窒化けい素 ( $Si_3N_4$ )、アルミナ ( $Al_2O_3$ ) や炭化けい素 ( $SiC$ )、ジルコニア ( $ZrO_2$ ) などのセラミックスで形成してもよい。また、保持器23は、例えば黄銅やチタン、あるいは上記合成樹脂などで形成してもよい。

【0066】この実施形態3では、レール21の溝26、移動体22の溝27、28に対して、上記実施形態1で説明した特殊皮膜6、6Aが被覆される。この場合の作用、効果については、上記実施形態1とほぼ同様である。

【0067】なお、上記実施形態3において、特殊皮膜6、6Aはボール24や保持器23に対して形成してもよい。

【0068】

【発明の効果】請求項1～6の発明に係る転がり摺動部品では、耐摩耗性、潤滑性、滑性に優れたDLC層を金属母材に対して強固に密着して被覆させるように工夫しているから、DLC層が剥離しにくくなって耐久性が向上し、長期にわたる動作の安定化が可能となり、信頼性向上に大きく貢献できるようになる。

【0069】特に、請求項1の発明では、DLC層に金属元素であるタングステン (W) を含有させてW-DLC層にしているから、その最表面と金属母材との間で導電性を持つことになり、通電される条件で使用される場合に適したものとなる。

【0070】また、請求項2の発明のように、W-DLC層におけるタングステン (W) や炭素 (C) の含有分布を規定すれば、W-DLC層の密着性と硬度や耐荷重性または導電性などとの相関関係を適宜に調整できるようになり、使用目的に応じて汎用性が広がるようになる。

【0071】また、請求項3の発明のように、クロム層とDLC層との間に両者に対して結合性に優れたタングステン・カーバイト (WC) 層を介在させる構造としても、DLC層の密着性が高められる。

【0072】また、請求項4の発明のように、上記請求項3の構成を前提として、タングステン・カーバイト (WC) 層とDLC層とを交互に積層する階層構造とす

10

20

30

40

50

れば、タングステン・カーバイド（WC）が DLC 層に含有したものと同様の構造になるので、さらに密着性が高められる。

【0073】また、請求項 5、6 の発明のように、上記請求項 4 の構成を前提として各タングステン・カーバイド（WC）層と各 DLC 層の膜厚を規定すれば、DLC 層の密着性と硬度や耐荷重性または導電性などの相関関係を適宜に調整できるようになり、使用目的に応じて汎用性が広がる。

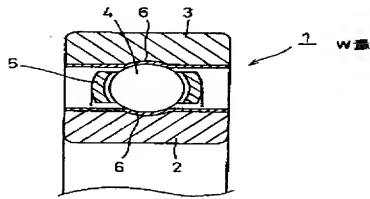
【0074】このように、本発明の転がり摺動部品は、長期にわたる動作安定化ならびに長寿命化を達成できるようになり、真空、高温、清浄雰囲気あるいは貧潤滑環境などに配置される各種機器に対して好適に用いることができる。

#### 【図面の簡単な説明】

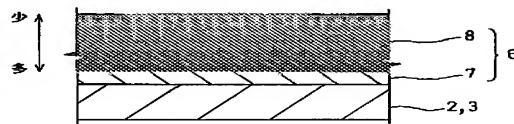
【図 1】本発明の実施形態 1 に係る転がり軸受の上半分を示す断面図

【図 2】図 1 の特殊皮膜を拡大した断面図

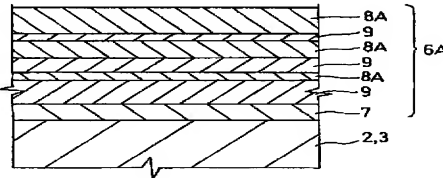
【図 1】



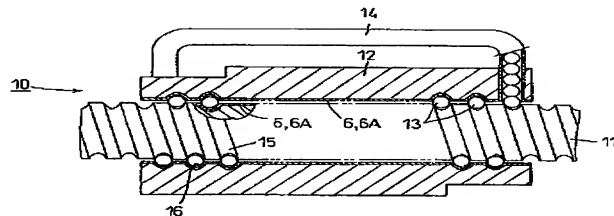
【図 2】



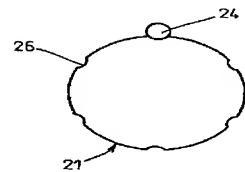
【図 4】



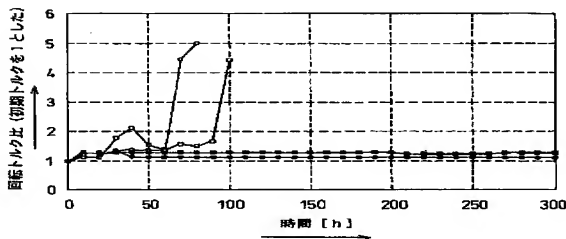
【図 5】



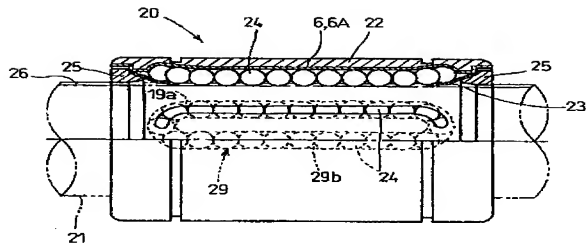
【図 8】



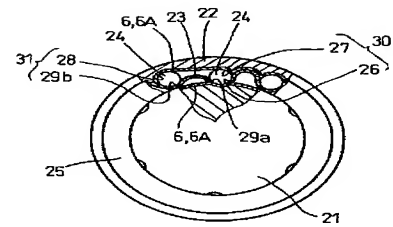
【図 3】



【図 6】



【図 7】



フロントページの続き

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

テーマコード (参考)

F 1 6 C 33/56

F 1 6 C 33/56

33/62

33/62

F 1 6 H 25/24

F 1 6 H 25/24

J

E

F ターム (参考) 3J101 AA01 AA32 AA42 AA52 AA62  
 BA10 BA50 BA70 CA31 CA33  
 DA05 EA06 EA43 EA78 FA04  
 FA06 FA31 FA44 GA57 GA60  
 3J104 AA02 AA23 AA65 AA69 AA75  
 AA78 BA03 CA03 CA11 CA20  
 DA14 DA17 EA10  
 4K029 AA02 BA07 BA34 BD04 CA05  
 DC03 DC05